

(19)



(11)

EP 3 518 207 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
31.07.2019 Patentblatt 2019/31

(51) Int Cl.:
G08G 1/095 (2006.01) **G06F 21/64** (2013.01)
H04L 9/32 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **19152688.8**

(22) Anmeldetag: **21.01.2019**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(71) Anmelder: **VOLKSWAGEN AKTIENGESELLSCHAFT**
38440 Wolfsburg (DE)

(72) Erfinder: **Wernecke, Jan**
39116 Magdeburg (DE)

(30) Priorität: **30.01.2018 DE 102018201417**

(54) **VERFAHREN ZUM BEREITSTELLEN VERIFIZIERTER INFORMATIONEN ÜBER EIN VERKEHRSZEICHEN, VERKEHRSZEICHENANLAGE SOWIE VERFAHREN FÜR EIN NAVIGATIONSSYSTEM ZUR VERIFIKATION EINES VERKEHRSZEICHENS**

(57) Vorgeschlagen wird ein Verfahren zum Bereitstellen verifizierter Informationen über ein Verkehrszeichen. Das Verfahren umfasst ein Empfangen von Informationen über das Verkehrszeichen von einer Informationsquelle sowie ein Prüfen, ob die Informationsquelle eine autorisierte Informationsquelle ist. Nur wenn die In-

formationsquelle eine autorisierte Informationsquelle ist, umfasst das Verfahren weiterhin ein Speichern der Informationen über das Verkehrszeichen in einer Blockchain-Datenbank. Das Verfahren umfasst ferner ein Gestatten eines Lesezugriffs auf die Blockchain-Datenbank.

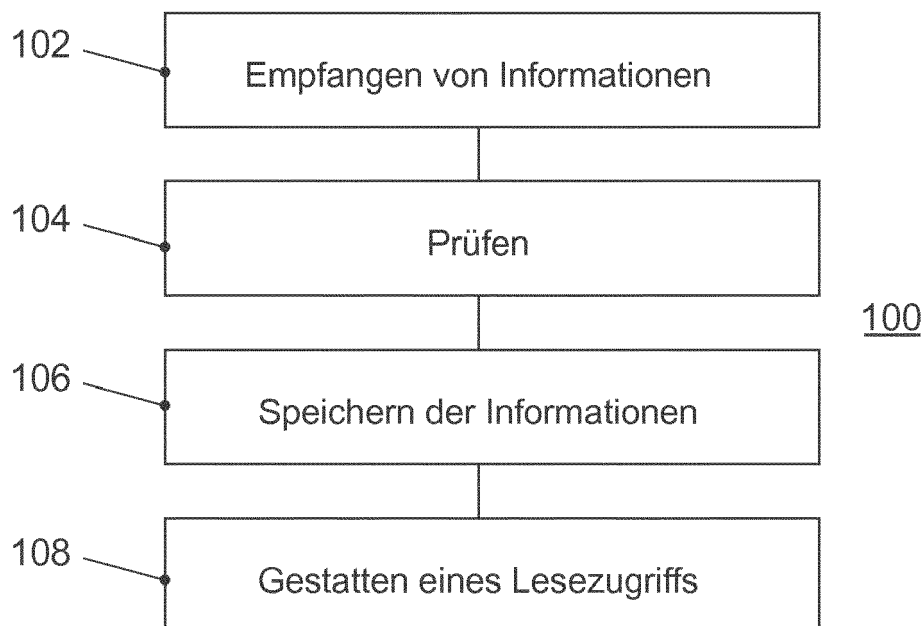


FIG. 1

EP 3 518 207 A2

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf das Bereitstellen verifizierter Informationen über Verkehrszeichen. Insbesondere bezieht sich die vorliegende Erfindung auf ein Verfahren zum Bereitstellen verifizierter Informationen über ein Verkehrszeichen, eine Verkehrszeichenanlage sowie ein Verfahren für ein Navigationssystem zur Verifikation eines Verkehrszeichens.

[0002] Konventionelle Verkehrsinfrastruktur ist dazu ausgebildet, um optisch von einem menschlichen Fahrer eines Fahrzeugs wahrgenommen zu werden. Ein Fahrzeug ist ein mobiles Verkehrsmittel für den Transport von Personen oder Gütern. Bei einem Fahrzeug kann es sich daher sowohl um ein Personen- als auch um ein Nutzfahrzeug handeln. Zum Beispiel kann ein Fahrzeug ein Personenkraftwagen, ein Lastkraftwagen, ein Motorrad oder ein Traktor sein. Allgemein kann ein Fahrzeug als eine Vorrichtung aufgefasst werden, die von einem Motor angetriebene Räder (sowie optional ein Antriebsstrangsystem) umfasst.

[0003] In Druckschrift EP 2469 230 A1 wird ein Verfahren zum Aktualisieren von Kartendaten basierend auf Kameraaufnahmen vorgeschlagen.

[0004] Mit dem verstärkten Aufkommen autonomer Fahrfunktionen für Fahrzeuge kommt die konventionelle Verkehrsinfrastruktur an ihre Grenzen. Beispielsweise kann ein Verkehrszeichen optisch derart manipuliert werden, dass es durch optische Verkehrszeichenerkennungssysteme im Fahrzeug nicht mehr korrekt erkannt werden kann. Dies kann für einen gezielten Angriff auf das Fahrzeug genutzt werden.

[0005] Deshalb wird in Druckschrift DE 10 2016 208 621 A1 ein Verfahren zum Verifizieren von Inhalt und Aufstellort von Verkehrszeichen vorgeschlagen.

[0006] In Druckschrift EP 0521486 A1 wird ferner vorgeschlagen, Informationen betreffend ein Verkehrszeichen mittels eines am Verkehrszeichen angebrachten Funksenders in ein Fahrzeug zu übertragen. Die Funkverbindung ist dabei unverschlüsselt und kann daher einfach manipuliert werden. Das Fahrzeug ist somit weiterhin nicht gegen Angriffe abgesichert.

[0007] Weiterhin wird in Druckschrift WO 2017/190794 A1 vorgeschlagen, vorbeifahrende Fahrzeuge mit einer an einem Verkehrsschild angebrachten Datenverarbeitungsanlage verschlüsselt kommunizieren zu lassen, um über die Sensorik des Fahrzeugs Informationen über Merkmale der Verkehrsinfrastruktur zu sammeln. Derart können über das Fahrzeug Informationen über die Verkehrsinfrastruktur gesammelt werden, um Straßenkarten oder Datenbanken zu aktualisieren. Jedoch werden hierzu die von beliebigen Fahrzeugen übermittelten Informationen genutzt. Über eines oder mehrere entsprechend manipulierte Fahrzeuge kann somit weiterhin jegliche gewünschte Fehlinformation betreffend Verkehrsinfrastruktur verbreitet werden. Mit anderen Worten: Die von den Fahrzeugen übertragenen Informationen über die Verkehrsinfrastruktur können nicht verifiziert werden,

so dass ein Einfallstor für gezielte Manipulationen offen bleibt.

[0008] Druckschrift WO 2017/180382 A1 schlägt weiterhin vor, ein dezentrales Netzwerk zu verwenden, bei denen mehrere Fahrzeuge jeweils gegenseitig Informationen betreffend Verkehrsinfrastruktur mittels mehrfacher Sensierung der Umgebung durch mehrere Fahrzeuge zu verifizieren versuchen. Wird nun von einem ersten manipulierten Fahrzeug eine gezielte Fehlinformation in das dezentrale Netzwerk eingespeist und durch eine weiteres manipuliertes Fahrzeug bestätigt, wird diese Fehlinformation aufgrund der Validierung durch das zweite manipulierte Fahrzeug als korrekt erachtet. Über entsprechend manipulierte Fahrzeuge kann somit auch bei diesem Ansatz weiterhin jegliche gewünschte Fehlinformation betreffend Verkehrsinfrastruktur verbreitet werden. Mit anderen Worten: Die von den Fahrzeugen übertragenen Informationen über die Verkehrsinfrastruktur können auch hier nicht zuverlässig verifiziert werden.

[0009] Es besteht somit ein Erfordernis, verifizierte Informationen über Verkehrszeichen bereitzustellen bzw. eine Möglichkeit bereitzustellen, um Informationen über Verkehrszeichen zu verifizieren.

[0010] Die vorliegende Erfindung ermöglicht dies in einem ersten Aspekt durch ein Verfahren zum Bereitstellen verifizierter Informationen über ein Verkehrszeichen. Ein Verkehrszeichen ist ein Zeichen zur Regelung bzw. Beeinflussung des Straßenverkehrs. Ein Verkehrszeichen kann ein physisches Verkehrszeichen an einer Fahrbahn z.B. in Form eines auf einem Schild (bzw. einer elektronische Anzeigevorrichtung) oder auf der Fahrbahn selbst dargestellten Symbols, Schriftzugs oder Linie sein. Ebenso kann das Verkehrszeichen auch ein in einer digitalen Straßenkarte verzeichnetes Verkehrszeichen sein. Das Verkehrszeichen wird gewöhnlich von einer autorisierten Stelle (z.B. ein öffentlich-rechtliches Gemeinwesen) errichtet, jedoch können auch Angreifer bestehende Verkehrszeichen manipulieren oder nicht-autorisierte Verkehrszeichen errichten.

[0011] Das Verfahren umfasst ein Empfangen von Informationen über das Verkehrszeichen von einer Informationsquelle. Die Informationen über das Verkehrszeichen sind Informationen, welche das Verkehrszeichen charakterisieren bzw. beschreiben. Die Informationsquelle kann grundsätzlich jegliche Quelle sein, welche die Informationen über das Verkehrszeichen bereitstellt.

[0012] Ferner umfasst das Verfahren ein Prüfen, ob die Informationsquelle eine autorisierte Informationsquelle ist. Nur wenn die Informationsquelle eine autorisierte Informationsquelle ist, umfasst das Verfahren weiterhin ein Speichern der Informationen über das Verkehrszeichen in einer Blockchain (Blockkette)-Datenbank. Eine Blockchain-Datenbank ist eine kontinuierlich erweiterbare Liste von Datensätzen, genannt Blöcke, welche mittels kryptographischer Verfahren miteinander verkettet bzw. verknüpft sind. Blockchain-Datenbanken sind manipulationssicher hinsichtlich der bereits darin gespeicherten Daten. Im vorgeschlagenen Verfahren

werden die Informationen über das Verkehrszeichen nur in der Blockchain-Datenbanken gespeichert, wenn die Informationsquelle eine autorisierte Informationsquelle, d.h. eine vertrauenswürdige bzw. bekannte vorausgewählte Informationsquelle, ist. Nur autorisierte Informationsquellen sind berechtigt, die Blockchain-Datenbank zu ändern bzw. zu aktualisieren (d.h. nur autorisierte Informationsquelle haben einen Schreibzugriff auf die Blockchain-Datenbank). Entsprechend kann sichergestellt werden, dass in der Blockchain-Datenbank nur authentifizierte Informationen über autorisierte Verkehrszeichen gespeichert werden, die einer vertrauenswürdigen, abgesicherten bzw. autorisierten Quelle entstammen. Ist die Informationsquelle keine autorisierte Informationsquelle, werden die von der Informationsquelle bereitgestellten Informationen über das Verkehrszeichen nicht in der Blockchain-Datenbank gespeichert. Derart kann die Richtigkeit der in der Blockchain-Datenbank gespeicherten Informationen verifiziert bzw. sichergestellt werden. Einmal in der Blockchain-Datenbank gespeicherte Informationen können aufgrund der oben angegebenen Struktur von Blockchain-Datenbanken nicht mehr manipuliert werden. Die Blockchain-Datenbank bietet somit hinsichtlich ihrer Richtigkeit verifizierte Informationen über das Verkehrszeichen.

[0013] Das Verfahren umfasst ferner ein Gestatten eines Lesezugriffs auf die Blockchain-Datenbank, um so Dritten die Möglichkeit zu geben, auf die in der Blockchain-Datenbank gespeicherten verifizierten Informationen über das Verkehrszeichen zugreifen zu können. Insbesondere autonome (automatische) Fahrzeuge bzw. Navigationssysteme können mittels des Lesezugriffs auf die Blockchain-Datenbank über sonstige Kanäle (z.B. Funkübermittlung oder optische Erkennung) empfangene Informationen über das Verkehrszeichen auf ihre Richtigkeit hin prüfen. Die Möglichkeit der Manipulation von autonomen Fahrzeugen durch Manipulation von physischen Verkehrszeichen an Fahrbahnen oder Manipulation von in digitalen Straßenkarten verzeichneten Verkehrszeichen kann somit wirksam unterbunden werden. Der Lesezugriff kann sowohl jedermann bzw. jeder elektronischen Datenverarbeitungsanlage gestattet werden als auch nur ausgewählten Personen bzw. ausgewählten elektronischen Datenverarbeitungsanlagen (z.B. nur solche, die einen entsprechenden Dienst abonnieren). Ein wesentlicher Vorteil von Blockchain-Datenbanken gegenüber z.B. serverbasierten Standarddatenbank liegt darin, dass keine ständige Verbindung zur Datenbank nötig ist. Kann ein Fahrzeug beispielsweise aufgrund fehlender Netzwerkverbindung (z.B. Funkloch) keinen mit der Blockchain-Datenbank gekoppelten Zentralservers erreichen, um die Gültigkeit eines Verkehrszeichens zu verifizieren, kann über die dezentrale Verteilung der Informationen der Blockchain-Datenbank (z.B. im eigenen Fahrzeug, am Verkehrszeichen, in benachbarten Fahrzeugen, sonstigen lokal erreichbaren Rechnern, z.B. freies WLAN) das Zeichen dennoch verifiziert werden und z.B. auch zwischenzeitlich aktuali-

sierte Elemente der Blockchain-Datenbank erhalten werden.

[0014] Gemäß Ausführungsbeispielen können die Informationen über das Verkehrszeichen neben anderen Informationen beispielsweise zumindest eine der folgenden Informationen umfassen:

- Informationen über eine räumliche Position des Verkehrszeichens in einem Verkehrsraum (z.B. absolute Koordinate oder Kilometrierung entlang einer Fahrbahn, Position relativ zur Fahrbahn);
- Informationen über eine Art des Verkehrszeichens (z.B. Zeichennummer gemäß Straßenverkehrsordnung oder Art der durch das Verkehrszeichen symbolisierten Regelung);
- Informationen über eine zeitliche Gültigkeit des Verkehrszeichens (z.B. Verkehrszeichen gilt von Zeitpunkt T_1 bis Zeitpunkt T_2 oder Verkehrszeichen gilt ab Zeitpunkt T_1 oder Verkehrszeichen gilt bis Zeitpunkt T_2);
- Informationen über eine fahrtrichtungsabhängige Gültigkeit des Verkehrszeichens (d.h. für welche Fahrtrichtung der Fahrbahn gilt das Verkehrszeichen);
- Informationen über eine fahrtspurabhängige Gültigkeit des Verkehrszeichens (d.h. für welche Fahrspur(en) gilt das Verkehrszeichen - z.B. nur für die äußerst linke oder die äußerst rechte Fahrspur bei einer mehrspurigen Fahrbahn); und
- Informationen über eine relative räumliche Anordnung des Verkehrszeichens in Bezug auf weitere benachbart eingerichtete Verkehrszeichen (z.B. wie ist das Verkehrszeichen relativ zu anderen Verkehrszeichen an einem Trägermast oder einer Trägerbrücke angeordnet - beispielsweise Reihenfolge der Verkehrsschilder von oben nach unten oder von links nach rechts).

[0015] In einigen Ausführungsbeispielen umfasst das Prüfen, ob die Informationsquelle eine autorisierte Informationsquelle ist, ein Prüfen, ob eine Kennung der Informationsquelle einer einzelnen vorbestimmten Kennung oder einer einer Mehrzahl an vorbestimmten Kennungen entspricht. Jeder autorisierten Informationsquelle kann z.B. im Rahmen einer Registrierung eine bekannte (vorbestimmte) Kennung zugeordnet werden (z.B. eine MAC-Adresse, ein Benutzername etc.). Entsprechend kann die Prüfung der Informationsquelle hinsichtlich ihrer Autorisierung, die Blockchain-Datenbank zu ändern, einfach über den Vergleich ihrer Kennung mit der zumindest einen vorbestimmten Kennung erfolgen.

[0016] Die vorbestimmte Kennung kann z.B. eine einer für den Straßenbau zuständigen Behörde, der Polizei, der Feuerwehr, einem Ordnungsamt, einem Straßenbauunternehmen, einem Umzugsunternehmen, einem Entsorgungsunternehmen, einem Straßenreinigungsunternehmen, einem Parkplatzbewirtschafter oder einem Mautbetreiber zugeordnete Kennung sein. Mit anderen

Worten: Die vorgenannten Institutionen können Beispiele für autorisierte Informationsquellen sein. Die Einschränkung der autorisierten Informationsquellen auf bestimmte, vertrauenswürdige Institutionen kann verhindern, dass manipulierte Daten in die Blockchain-Datenbank eingeschleust werden.

[0017] Das Prüfen, ob die Informationsquelle eine autorisierte Informationsquelle ist, kann optional einen oder mehrere weitere Prüfungsschritte umfassen. Nachfolgend sind drei optionale weitere Prüfungsschritte beschrieben:

Falls die Informationen über das Verkehrszeichen Informationen über eine Position des Verkehrszeichens umfassen, kann das Prüfen, ob die Informationsquelle eine autorisierte Informationsquelle ist, gemäß Ausführungsbeispielen beispielsweise ein Prüfen, ob die vorbestimmten Kennung für die Position des Verkehrszeichens autorisiert ist, umfassen. Beispielsweise kann eine bestimmte autorisierte Informationsquelle bzw. vertrauenswürdige Institutionen nur berechtigt sein, Verkehrsschilder in einem bestimmten Bereich/Gebiet aufzustellen bzw. zu ändern. Entsprechend kann geprüft werden, ob diese im Rahmen ihrer örtlich beschränkten Berechtigung handelt. Ein Umzugsunternehmen kann z.B. nur berechtigt sein in einer bestimmten Straße ein temporäres Halteverbotsschild aufgrund eines durchgeführten Umzugs aufzustellen. Durch die vorgenannte Prüfung kann sichergestellt werden, dass das Umzugsunternehmen auch nur im Rahmen seiner Berechtigung die Blockchain-Datenbank ändern kann.

[0018] Falls die Informationen über das Verkehrszeichen Informationen über eine Art des Verkehrszeichens umfassen, kann das Prüfen, ob die Informationsquelle eine autorisierte Informationsquelle ist, gemäß Ausführungsbeispielen beispielsweise ein Prüfen, ob die vorbestimmten Kennung für die Art des Verkehrszeichens autorisiert ist, umfassen. Beispielsweise kann eine bestimmte autorisierte Informationsquelle bzw. vertrauenswürdige Institutionen nur berechtigt sein, Verkehrsschilder einer bestimmten Art (z.B. nur Halteverbotsschilder) aufzustellen bzw. zu ändern. Entsprechend kann geprüft werden, ob diese im Rahmen ihrer sachlich beschränkten Berechtigung handelt. Ein Umzugsunternehmen kann z.B. nur berechtigt sein ein temporäres Halteverbotsschild aufgrund eines durchgeführten Umzugs aufzustellen. Durch die vorgenannte Prüfung kann sichergestellt werden, dass das Umzugsunternehmen auch nur im Rahmen seiner Berechtigung die Blockchain-Datenbank ändern kann.

[0019] Falls die Informationen über das Verkehrszeichen Informationen über eine zeitliche Gültigkeit des Verkehrszeichens umfassen, kann das Prüfen, ob die Informationsquelle eine autorisierte Informationsquelle ist, gemäß Ausführungsbeispielen beispielsweise ein Prüfen, ob die vorbestimmten Kennung für den Zeitraum der zeitlichen Gültigkeit des Verkehrszeichens autorisiert ist, umfassen. Beispielsweise kann eine bestimmte autorisierte Informationsquelle bzw. vertrauenswürdige Insti-

tutionen nur berechtigt sein, Verkehrsschilder nur für einen bestimmten Zeitraum aufzustellen bzw. zu ändern. Entsprechend kann geprüft werden, ob diese im Rahmen ihrer zeitlich beschränkten Berechtigung handelt. Ein Umzugsunternehmen kann z.B. nur berechtigt sein ein temporäres Halteverbotsschild an einem bestimmten Tag aufgrund eines durchgeführten Umzugs aufzustellen. Durch die vorgenannte Prüfung kann sichergestellt werden, dass das Umzugsunternehmen auch nur im Rahmen seiner Berechtigung die Blockchain-Datenbank ändern kann.

[0020] In einigen Ausführungsbeispielen können die Informationen über das Verkehrszeichen auf einer Benutzereingabe einer der Informationsquelle zugeordneten Person basieren. Beispielsweise können die Informationen über das Verkehrszeichen durch einen Mitarbeiter einer autorisierten Behörde oder eines autorisierten Unternehmens unter Verwendung einer zugeordneten Kennung eingegeben werden.

[0021] Gemäß einigen Ausführungsbeispielen können die Informationen über das Verkehrszeichen auch von einem elektronischen Verkehrsschild - z.B. in Folge eines Wechsels des von dem elektronischen Verkehrsschild angezeigten Verkehrszeichens - empfangen werden. Elektronische Verkehrsschilder können eine Mehrzahl an Verkehrszeichen durch entsprechende Ansteuerung ihrer Anzeige darstellen. Bei einem Wechsel des dargestellten Verkehrszeichens kann somit umgehend die Blockchain-Datenbank aktualisiert werden, um Dritten aktuelle und verifizierte Informationen über das aktuell von dem elektronischen Verkehrsschild angezeigte Verkehrszeichen bereitzustellen. Um das elektronische Verkehrsschild zu autorisieren kann diesem z.B. eine separate Kennung oder eine Kennung eines Betreibers bzw. Verantwortlichen für das elektronische Verkehrsschild zugeordnet sein.

[0022] Die Blockchain-Datenbank kann ferner genutzt werden, um die autorisierte Setzung eines Verkehrszeichens ausschließlich in digitalen Straßenkarten durch eine autorisierte Stelle - unabhängig von der physischen Errichtung des Verkehrszeichens - zu verifizieren. In einigen Ausführungsbeispielen ist die Informationsquelle dann entsprechend eine autorisierte Informationsquelle und das Verfahren umfasst ferner ein Aktualisieren einer digitalen Straßenkarte mit den Informationen über das Verkehrszeichen sowie ein Verifizieren des Aktualisierens der digitalen Straßenkarte unter Verwendung der Blockchain-Datenbank. Entsprechend kann eine Aktualisierung digitaler Straßenkarten mit verifizierten Informationen über Verkehrszeichen erfolgen.

[0023] Die vorliegende Erfindung betrifft in einem weiteren Aspekt eine Verkehrszeichenanlage. Neben zumindest einem Verkehrszeichen umfasst die Verkehrszeichenanlage einen Speicher, der eingerichtet ist, Informationen über das Verkehrszeichen zu speichern. Dabei entsprechen die Informationen über das Verkehrszeichen Datenbankinformationen, die von einer autorisierten Informationsquelle in einer öffentlich zugänglichen

Blockchain-Datenbank hinterlegt sind (z.B. gemäß dem oben beschriebenen Verfahren). Ferner umfasst die Verkehrszeichenanlage eine Ausgabevorrichtung, die eingerichtet ist, die Informationen über das Verkehrszeichen auszugeben. Die Verkehrszeichenanlage kann somit verifizierte Information über sich selbst für Verkehrsteilnehmer, wie etwa autonome Fahrzeuge, bereitstellen. Aufgrund der Korrespondenz zwischen den von der Verkehrszeichenanlage ausgesendeten Informationen und den Informationen in der Blockchain-Datenbank können die Verkehrsteilnehmer auch die von der Verkehrszeichenanlage ausgesendeten Informationen auf ihre Richtigkeit hin prüfen.

[0024] Die Verkehrszeichenanlage kann die Informationen über das Verkehrszeichen auf vielfältige Weise ausgeben. Gemäß Ausführungsbeispielen kann die Ausgabevorrichtung beispielsweise eingerichtet sein, die Informationen über das Verkehrszeichen mittels eines Funksignals (z.B. gemäß einem Funkstandard wie UTMS, LTE, 5G, WLAN gemäß IEEE 802.11, Bluetooth, UKW etc.), mittels einer optischen Signals (z.B. Infrarotkommunikation) oder mittels einer optischen Anzeige (z.B. als QR-Code, Strichcode oder sonstiger maschinenlesbarer optischer Code) auszugeben. Unabhängig von der vorbeschriebenen inhaltlichen Absicherung des Informationsgehaltes (autorisiertes Verkehrszeichen), kann zusätzlich auch die Informationsübertragung durch z.B. Verschlüsselung technisch abgesichert sein. Ebenso kann die Verkehrszeichenanlage auf vielfältige Weise ausgebildet sein, um die Informationen über das Verkehrszeichen zu empfangen. Nachfolgend sind drei mögliche Ausgestaltungen beispielhaft beschrieben.

[0025] In einigen Ausführungsbeispielen kann die Verkehrszeichenanlage z.B. einen Empfänger umfassen, der eingerichtet ist, die Informationen über das Verkehrszeichen drahtlos von einem mit der Blockchain-Datenbank gekoppelten Server zu empfangen. Beispielsweise kann der Empfänger eingerichtet sein, die Informationen über das Verkehrszeichen über ein zellulares Netzwerk zu empfangen. Der mit der Blockchain-Datenbank gekoppelten Server kann beispielsweise eine Kopie der Blockchain-Datenbank speichern oder zumindest einen Lesezugriff auf die Blockchain-Datenbank besitzen.

[0026] In einigen Ausführungsbeispielen kann die Verkehrszeichenanlage z.B. einen Empfänger umfassen, der eingerichtet ist, die Informationen über das Verkehrszeichen drahtlos von einem mit der Blockchain-Datenbank gekoppelten Fahrzeug zu empfangen. Beispielsweise kann der Empfänger eingerichtet sein, die Informationen über das Verkehrszeichen über WLAN, Bluetooth oder Car-to-Infrastructure-Kommunikation von dem Fahrzeug zu empfangen. Dies kann beispielsweise verwendet werden, um der Verkehrszeichenanlage ihre Belegung bzw. eine Aktualisierung ihrer Belegung mit Verkehrszeichen mitzuteilen, wenn die Verkehrszeichenanlage keine Online-Funktionalität aufweist oder die zellulare Kommunikation gestört ist. Das Fahrzeug wird entsprechend als Kurier für den Transport der Informa-

tionen über das Verkehrszeichen zu der Verkehrszeichenanlage genutzt.

[0027] In einigen Ausführungsbeispielen kann die Verkehrszeichenanlage z.B. auch eine drahtgebundene Schnittstelle umfassen, die eingerichtet ist, die Informationen über das Verkehrszeichen drahtgebunden von einem mit der Blockchain-Datenbank gekoppelten Bediengerät zu empfangen. Entsprechend kann die Verkehrszeichenanlage vor Ort über ihre Belegung bzw. eine Aktualisierung ihrer Belegung mit Verkehrszeichen zu informieren. Das Bediengerät kann z.B. eine Laptop, ein Tablet oder ein spezielles Handterminal sein. Wenn das Bediengerät der autorisierten Informationsquelle zugeordnet ist, kann das Bediengerät optional ferner ausgebildet sein, Benutzereingabe betreffend die Aktualisierung der Blockchain-Datenbank entgegenzunehmen.

[0028] Weiterhin betrifft ein Aspekt der vorliegenden Erfindung ein Verfahren für ein Navigationssystem zur Verifikation eines Verkehrszeichens. Das Verfahren umfasst ein Empfangen von ersten Informationen über das Verkehrszeichen. Die ersten Informationen über das Verkehrszeichen können von einer beliebigen bzw. unbekannten Quelle stammen, weshalb es unklar sein kann, ob die ersten Informationen korrekt sind. Daher umfasst das Verfahren ferner ein Abgleichen der ersten Informationen mit in einer Blockchain-Datenbank gespeicherten zweiten Informationen über das Verkehrszeichen. Dabei sind die zweiten Informationen von einer autorisierten Informationsquelle in der Blockchain-Datenbank hinterlegt. Da die in der Blockchain-Datenbank gespeicherten zweiten Informationen über das Verkehrszeichen von der autorisierten Informationsquelle in der Blockchain-Datenbank hinterlegt wurden, sind diese korrekt bzw. nicht manipuliert. Das Navigationssystem kann derart die Richtigkeit der ersten Informationen verifizieren. Die Möglichkeit der Manipulation von Navigationssystemen bzw. Fahrzeugen, die das Navigationssystem nutzen, durch Manipulation von Verkehrszeichen an Fahrbahnen kann somit wirksam unterbunden werden.

[0029] Gemäß Ausführungsbeispielen können die ersten Informationen beispielsweise von einem dem Verkehrszeichen zugeordneten Sender, einer digitalen Straßenkarte oder einem optischen Erkennungssystem eines Fahrzeugs empfangen werden. Weitere Quellen für die ersten Informationen sind alternativ möglich.

[0030] Nur wenn die ersten Informationen mit den zweiten Informationen übereinstimmen, d.h. die ersten Informationen als korrekt verifiziert wurde, umfasst das Verfahren daher gemäß weiteren Ausführungsbeispielen ein Verwenden der ersten Informationen durch das Navigationssystem. Mit anderen Worten: Das Navigationssystem verwendet die ersten Informationen nur, wenn diese unter Verwendung der Blockchain-Datenbank als korrekt verifiziert wurden.

[0031] In einigen Ausführungsbeispielen kann die Blockchain-Datenbank beispielsweise in einem Speicher des Navigationssystems oder in einem Speicher, auf den das Navigationssystem zugreifen kann, gespei-

chert sein. Mit anderen Worten: Das Navigationssystem kann eine lokale Kopie der Blockchain-Datenbank verwenden.

[0032] In alternativen Ausführungsbeispielen kann das Verfahren auch ein Abrufen bzw. Empfangen der zweiten Informationen von einem (entfernten und autorisierten bzw. vorbestimmten) Server, der mit der Blockchain-Datenbank gekoppelt ist, umfassen. Mit anderen Worten: Das Navigationssystem kann Informationen aus der Blockchain-Datenbank bei Bedarf abrufen.

[0033] In einem weiteren Aspekt betrifft die vorliegende Erfindung zudem ein Programm mit einem Programmcode zum Durchführen eines der hierin beschriebenen Verfahren, wenn der Programmcode auf einem Computer, einem Prozessor oder einer programmierbaren Hardwarekomponente ausgeführt wird.

[0034] Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung werden nachfolgend, Bezug nehmend auf die beigefügten Figuren, näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 zeigt ein Flussdiagramm eines Ausführungsbeispiels eines Verfahrens zum Bereitstellen verifizierter Informationen über ein Verkehrszeichen;

Fig. 2 zeigt ein Ausführungsbeispiel einer Verkehrszeichenanlage;

Fig. 3 zeigt ein Ausführungsbeispiel eines Navigationssystems; und

Fig. 4 zeigt ein Ausführungsbeispiel eines Fahrzeugs.

[0035] In Fig. 1 ist ein Verfahren 100 zum Bereitstellen verifizierter Informationen über ein Verkehrszeichen gezeigt. Das Verfahren 100 umfasst ein Empfangen 102 von Informationen über das Verkehrszeichen von einer Informationsquelle sowie ein Prüfen 104, ob die Informationsquelle eine autorisierte Informationsquelle ist. Nur wenn die Informationsquelle eine autorisierte Informationsquelle ist, umfasst das Verfahren 100 weiterhin ein Speichern 106 der Informationen über das Verkehrszeichen in einer Blockchain-Datenbank. Ist die Informationsquelle keine autorisierte Informationsquelle, werden die Informationen über das Verkehrszeichen nicht in der Blockchain-Datenbank gespeichert. Das Verfahren 100 umfasst ferner ein Gestatten 108 eines Lesezugriffs auf die Blockchain-Datenbank.

[0036] Durch das Verfahren 100 kann Dritten die Möglichkeit gegeben werden, auf die in der Blockchain-Datenbank gespeicherten verifizierten Informationen über das Verkehrszeichen zuzugreifen. Die sicherheitstechnischen Vorteile der Blockchain-Technologie gegen Manipulation in Kombination mit den vielfältigen Möglichkeiten legalisierte Transaktionen vorzunehmen werden von keiner anderen kryptographischen Lösung erreicht. Das Verfahren 100 kann somit die Nutzung der Blockchain-Datenbanktechnologie zur Sicherung der Verkehrszei-

cheninfrastruktur für z.B. autonome Fahrzeug ermöglichen.

[0037] Weitere Details und Aspekte des Verfahrens 100 sind in Zusammenhang mit einem oder mehreren weiteren Ausführungsbeispielen beschrieben. Das Verfahren 100 kann eines oder mehrere optionale Merkmale gemäß einem oder mehreren der weiteren Ausführungsbeispiele umfassen.

[0038] Fig. 2 zeigt im Weiteren eine Verkehrszeichenanlage 200, die ein auf einem Verkehrszeichenträger 260 montiertes Verkehrszeichen 210 in Form eines Schilds umfasst. Der Verkehrszeichenträger 260 ist in Fig. 2 beispielhaft als Trägermast abgebildet. Alternativ kann der Verkehrszeichenträger 260 beispielsweise auch als eine Trägerbrücke, welche eine oder mehrere Fahrspuren einer Fahrbahn überspannt, ausgebildet sein. Neben dem Verkehrszeichen 210 kann die Verkehrszeichenanlage 200 auch eines oder mehrere weitere Verkehrszeichen (nicht gezeigt) umfassen. Ebenso kann das Verkehrszeichen 210 anstatt in Form eines Schildes auch als elektronisches Verkehrszeichen ausgebildet sein.

[0039] Die Verkehrszeichenanlage 200 umfasst ferner einen Speicher 220, der eingerichtet ist, Informationen über das Verkehrszeichen 210 zu speichern. Dabei entsprechen die Informationen über das Verkehrszeichen 210 Datenbankinformationen, die von einer autorisierten Informationsquelle in einer öffentlich zugänglichen Blockchain-Datenbank 280 hinterlegt sind. Obwohl die Blockchain-Datenbank 280 als eine einzelne Entität dargestellt ist, kann die Blockchain-Datenbank 280 in einigen Ausführungsbeispielen auch eine verteilte Blockchain-Datenbank sein. Der Speicher 220 der Verkehrszeichenanlage 200 kann somit als elektronische Börse (engl. wallet) aufgefasst werden, in dem die Informationen über das Verkehrszeichen 210 gespeichert sind. In der elektronischen Börse kann neben der Ortskoordinate des Verkehrszeichens 210 beispielsweise auch seine Position am Fahrbahnrand bzw. über der Fahrbahn gespeichert sein. Umfasst die Verkehrszeichenanlage 200 mehrere Verkehrszeichen, so können die unterschiedlichen Verkehrszeichen temporär (d.h. mit begrenzter Gültigkeit) oder dauerhaft in der elektronischen Börse eingebucht sein. Für jedes Verkehrszeichen können neben seiner Gültigkeitszeit auch ein Richtungsvektor, der eine fahrtrichtungsabhängige Gültigkeit angibt, oder Informationen über eine Reihenfolge der mehreren Zeichen am gleichen Trägermast bzw. der gleichen Trägerbrücke in der Börse gespeichert sein.

[0040] Ferner umfasst die Verkehrszeichenanlage 200 eine Ausgabevorrichtung 230, die eingerichtet ist, die Informationen über das Verkehrszeichen auszugeben (z.B. mittels geeigneter Sendevorrichtung nebst Antenne). Die Verkehrszeichenanlage 200 ist somit in der Lage, seine aktuelle Bestückung mit Verkehrszeichen z.B. dauerhaft oder auf Anfrage auszugeben. Wie bereits oben angedeutet kann das Aussenden der Informationen auf unterschiedliche Arten erfolgen (z.B. optisch, WLAN, Bluetooth, UMTS, LTE, UKW oder beliebige andere

Funksignale etc.).

[0041] Mittels der kryptographischen Technologien der Blockchain kann jedes Fahrzeug, das in die Blockchain eingebunden ist, die Gültigkeit der von der Verkehrszeichenanlage 200 empfangenen Informationen für seine aktuelle Position und/oder Zeit verifizieren. Sicherheitsrelevante Fahrmanöver können so vor Manipulation durch unautorisierte bzw. manipulierte Verkehrszeichen geschützt werden.

[0042] Das Aus- bzw. Einbuchten von Verkehrszeichen in den Speicher 220 in die Blockchain-Datenbank 280 kann von unterschiedlichen autorisierten Stellen (d.h. autorisierten Informationsquellen) vorgenommen werden, da diese über die verteilte Blockchain-Datenbank verwaltet und verifiziert werden können. Wie bereits oben angedeutet, kann die Rechtesteuerung örtlich, zeitlich und inhaltlich beschränkt sein.

[0043] Buchungen können z.B. per Fernzugriff vorgenommen werden, wenn die Verkehrszeichenanlage 200 online erreichbar ist. Dazu kann die Verkehrszeichenanlage 200 optional einen Empfänger 240 umfassen, der eingerichtet ist, die Informationen über das Verkehrszeichen 210 drahtlos von einem mit der Blockchain-Datenbank 280 gekoppelten Server 270 zu empfangen.

[0044] Alternativ kann auch kabelgebunden eine autorisierte Umbuchung vor Ort vorgenommen werden. Dazu kann die Verkehrszeichenanlage 200 eine drahtgebundene Schnittstelle 250 umfassen, die eingerichtet ist, die Informationen über das Verkehrszeichen 210 drahtgebunden von einem mit der Blockchain-Datenbank 280 gekoppelten Bediengerät (z.B. Laptop, Tablet-Computer oder spezielles Handterminal) oder auch drahtgebunden von dem mit der Blockchain-Datenbank 280 gekoppelten Server 270 zu empfangen.

[0045] Ebenso kann einer z.B. nicht online erreichbarer Verkehrszeichenanlage 200 seine neue verifizierte Belegung über ein vorbeifahrendes Fahrzeug mitgeteilt werden. Dazu kann der Empfänger 240 alternativ oder ergänzend eingerichtet sein, die Informationen über das Verkehrszeichen 210 drahtlos von einem mit der Blockchain-Datenbank 280 gekoppelten Fahrzeug 295 zu empfangen. Derart kann jedes beliebige in die Blockchain eingebundene Fahrzeug als Kurier für eine verschlüsselte Lieferung von Informationen an die elektronische Börse einer auf dem Weg liegenden Verkehrszeichenanlage genutzt werden. Dieser Ansatz kann z.B. für abgelegene Orte oder als Rückfalllösung bei gestörter bzw. eingeschränkter Erreichbarkeit über zelluläre Netzwerke genutzt werden.

[0046] Fig. 3 zeigt weiterhin noch ein Navigationssystem 300, welches entsprechend eine Blockchain-Datenbank zur Verifikation empfangener erster Informationen 310 über ein Verkehrszeichen nutzt. Die ersten Informationen 310 über das Verkehrszeichen können von einer beliebigen oder auch unbekannten Quelle stammen, weshalb es unklar sein kann, ob die ersten Informationen korrekt sind. Die ersten Informationen 310 können beispielsweise von einem dem Verkehrszeichen zugeord-

neten Sender, einer digitalen Straßenkarte oder einem optischen Erkennungssystem eines Fahrzeugs empfangen werden.

[0047] Das Navigationssystem 300 gleicht die ersten Informationen 310 daher mit in einer Blockchain-Datenbank 330 gespeicherten zweiten Informationen 320 über das Verkehrszeichen ab. Dabei sind die zweiten Informationen 320 von einer autorisierten Informationsquelle in der Blockchain-Datenbank 330 hinterlegt und somit korrekt bzw. nicht manipuliert.

[0048] Nur wenn die ersten Informationen mit den zweiten Informationen übereinstimmen, d.h. die ersten Informationen als korrekt verifiziert wurde, verwendet das Navigationssystem 300 die ersten Informationen 310.

[0049] Das Navigationssystem 300 kann derart die Richtigkeit der ersten Informationen 310 verifizieren. Die Möglichkeit der Manipulation des Navigationssystems 300 durch Manipulation von Verkehrszeichen kann somit vermieden werden.

[0050] Das Navigationssystem 300 kann beispielsweise ein in einem mobilen Endgerät (z.B. Mobiltelefon, Tablet-Computer oder Laptop) implementiertes Navigationssystem oder ein in einem Fahrzeug verbautes bzw. verwendetes bzw. implementiertes Navigationssystem sein.

[0051] Fig. 4 zeigt abschließend noch ein Fahrzeug 400, welches das Navigationssystem 300 umfasst. Beispielsweise kann Fahrzeug 400 ein autonomes Fahrzeug sein, welches sich unter Verwendung des Navigationssystems 300 (und optional weiterer Fahrzeugsensoren) autonom im Straßenverkehr bewegt. Entsprechend kann die Manipulation des Fahrzeugs 400 durch Manipulation von Verkehrszeichen vermieden werden. Insbesondere können sicherheitsrelevante Fahrmanöver des Fahrzeugs 400 derart vor Manipulation durch unautorisierte Verkehrszeichen geschützt werden. Das Fahrzeug 400 kann somit immun sein gegenüber z.B. provozierten Unfällen bzw. Verkehrsverstößen oder nachteiliger Routenführung, welche durch manipulierte Verkehrsschilder ausgelöst werden sollen.

[0052] Alternativ kann die in Zusammenhang mit dem Navigationssystem 300 beschriebene Verifikation von Verkehrszeichen auch durch jegliche sonstige Elektronik bzw. Prozessoren oder programmierbare Hardwarekomponenten des Fahrzeugs 400 ausgeführt werden. Entsprechend kann eine Kopie der Blockchain-Datenbank z.B. auch in einem Speicher des Fahrzeugs 400 gespeichert sein oder das Fahrzeug 400 kann über einen Empfänger drahtlos die in der Blockchain-Datenbank über ein Verkehrszeichen gespeicherten Informationen von einem mit der Blockchain-Datenbank gekoppelten Server empfangen.

[0053] Ähnlich wie oben für die Verkehrszeichenanlage 200 beschrieben können weitere Fahrzeuge auch für die Aktualisierung der im Fahrzeug 400 gespeicherten Kopie der Blockchain-Datenbank genutzt werden. Beispielsweise kann das Fahrzeug 400 eines oder mehrere

Elemente der Blockchain-Datenbank von einem weiteren (z.B. vorbeifahrenden) Fahrzeug empfangen und die lokale Kopie der Blockchain-Datenbank im Fahrzeug 400 basierend auf den empfangenen Elementen der Blockchain-Datenbank aktualisieren. Beispielsweise kann so in einem Gebiet ohne zellulare Netzabdeckung (d.h. in einem Funkloch) ein Fahrzeug, das offline ist, neue Datenbankbaustein von entgegenkommenden Fahrzeugen übernehmen, die zwar momentan selbst offline sind aber davor noch aktualisierte Daten empfangen haben.

Bezugszeichenliste

[0054]

100	Verfahren zum Bereitstellen verifizierter Informationen über ein Verkehrszeichen
102	Empfangen von Informationen über das Verkehrszeichen
104	Prüfen, ob die Informationsquelle eine autorisierte Informationsquelle ist
106	Speichern der Informationen über das Verkehrszeichen in einer Blockchain-Datenbank
108	Gestatten eines Lesezugriffs auf die Blockchain-Datenbank
200	Verkehrszeichenanlage
210	Verkehrszeichen
220	Speicher
230	Ausgabevorrichtung
240	Empfänger
250	drahtgebundene Schnittstelle
260	Verkehrszeichenträger
270	Server
280	Blockchain-Datenbank
290	Bediengerät
295	Fahrzeug
300	Navigationssystem
310	erste Informationen über das Verkehrszeichen
320	zweite Informationen über das Verkehrszeichen
330	Blockchain-Datenbank
400	Fahrzeug

Patentansprüche

1. Verfahren (100) zum Bereitstellen verifizierter Informationen über ein Verkehrszeichen, umfassend:

Empfangen (102) von Informationen über das Verkehrszeichen von einer Informationsquelle; Prüfen (104), ob die Informationsquelle eine autorisierte Informationsquelle ist; Speichern (106) der Informationen über das Verkehrszeichen in einer Blockchain-Datenbank, nur wenn die Informationsquelle eine autorisierte Informationsquelle ist; und Gestatten (108) eines Lesezugriffs auf die Blockchain-Datenbank.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Informationen über das Verkehrszeichen zumindest eine der folgenden Informationen umfassen:

- Informationen über eine räumliche Position des Verkehrszeichens in einem Verkehrsraum;
- Informationen über eine Art des Verkehrszeichens;
- Informationen über eine zeitliche Gültigkeit des Verkehrszeichens;
- Informationen über eine fahrtrichtungsabhängige Gültigkeit des Verkehrszeichens;
- Informationen über eine fahrtspurabhängige Gültigkeit des Verkehrszeichens; und
- Informationen über eine relative räumliche Anordnung des Verkehrszeichens in Bezug auf weitere benachbart eingerichtete Verkehrszeichen.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, wobei das Prüfen (104), ob die Informationsquelle eine autorisierte Informationsquelle ist, Folgendes umfasst: Prüfen, ob eine Kennung der Informationsquelle einer vorbestimmten Kennung entspricht.

4. Verfahren nach Anspruch 3, wobei das Prüfen (104), ob die Informationsquelle eine autorisierte Informationsquelle ist, ferner Folgendes umfasst:

falls die Informationen über das Verkehrszeichen Informationen über eine Position des Verkehrszeichens umfassen, Prüfen, ob die vorbestimmten Kennung für die Position des Verkehrszeichens autorisiert ist; und/oder falls die Informationen über das Verkehrszeichen Informationen über eine Art des Verkehrszeichens umfassen, Prüfen, ob die vorbestimmten Kennung für die Art des Verkehrszeichens autorisiert ist; und/oder falls die Informationen über das Verkehrszeichen Informationen über eine zeitliche Gültigkeit des Verkehrszeichens umfassen, Prüfen, ob die vorbestimmten Kennung für den Zeitraum der zeitlichen Gültigkeit des Verkehrszeichens autorisiert ist.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei das Verkehrszeichen ein physisches Verkehrszeichen an einer Fahrbahn oder ein in einer digitalen Straßenkarte verzeichnetes Verkehrszeichen ist.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei die Informationen über das Verkehrszeichen auf einer Benutzereingabe einer der Informationsquelle zugeordneten Person basieren oder wobei die Informationen über das Verkehrszeichen von einem elektronischen Verkehrsschild empfangen werden in Folge eines Wechsels des von dem elektronischen

Verkehrsschild angezeigten Verkehrszeichens.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die Informationsquelle eine autorisierte Informationsquelle ist, und wobei das Verfahren ferner Folgendes umfasst:
 - Aktualisieren einer digitalen Straßenkarte mit den Informationen über das Verkehrszeichen; und
 - Verifizieren des Aktualisierens der digitalen Straßenkarte unter Verwendung der Blockchain-Datenbank.
8. Verkehrszeichenanlage (200), umfassend:
 - zumindest ein Verkehrszeichen (210);
 - einen Speicher (220), der eingerichtet ist, Informationen über das Verkehrszeichen zu speichern, wobei die Informationen über das Verkehrszeichen Datenbankinformationen entsprechen, die von einer autorisierten Informationsquelle in einer öffentlich zugänglichen Blockchain-Datenbank (280) hinterlegt sind;
 - eine Ausgabevorrichtung (230), die eingerichtet ist, die Informationen über das Verkehrszeichen auszugeben.
9. Verkehrszeichenanlage nach Anspruch 8, ferner umfassend einen Empfänger (240), der eingerichtet ist, die Informationen über das Verkehrszeichen drahtlos von einem mit der Blockchain-Datenbank (280) gekoppelten Server (270) zu empfangen.
10. Verkehrszeichenanlage nach Anspruch 8 oder Anspruch 9, ferner umfassend einen Empfänger (240), der eingerichtet ist, die Informationen über das Verkehrszeichen drahtlos von einem mit der Blockchain-Datenbank (280) gekoppelten Fahrzeug (295) zu empfangen.
11. Verkehrszeichenanlage nach einem der Ansprüche 8 bis 10, ferner umfassend eine drahtgebundene Schnittstelle (250), die eingerichtet ist, die Informationen über das Verkehrszeichen drahtgebunden von einem mit der Blockchain-Datenbank (280) gekoppelten Bediengerät (290) zu empfangen.
12. Verkehrszeichenanlage nach einem der Ansprüche 8 bis 11, wobei die Ausgabevorrichtung (230) eingerichtet ist, die Informationen über das Verkehrszeichen mittels eines Funksignals, mittels einer optischen Signals oder mittels einer optischen Anzeige auszugeben.
13. Verfahren für ein Navigationssystem (300) zur Verifikation eines Verkehrszeichens, umfassend:

Empfangen von ersten Informationen (310) über das Verkehrszeichen; und
 Abgleichen der ersten Informationen mit in einer Blockchain-Datenbank (330) gespeicherten zweiten Informationen (320) über das Verkehrszeichen, wobei die zweiten Informationen (320) von einer autorisierten Informationsquelle in der Blockchain-Datenbank (330) hinterlegt sind.

14. Verfahren nach Anspruch 13, wobei die ersten Informationen (310) von einem dem Verkehrszeichen zugeordneten Sender, einer digitalen Straßenkarte oder einem optischen Erkennungssystem eines Fahrzeugs empfangen werden.
15. Verfahren nach Anspruch 13 oder Anspruch 14, ferner umfassend:
 Verwenden der ersten Informationen (310) durch das Navigationssystem (300), nur wenn die ersten Informationen (310) mit den zweiten Informationen (320) übereinstimmen.

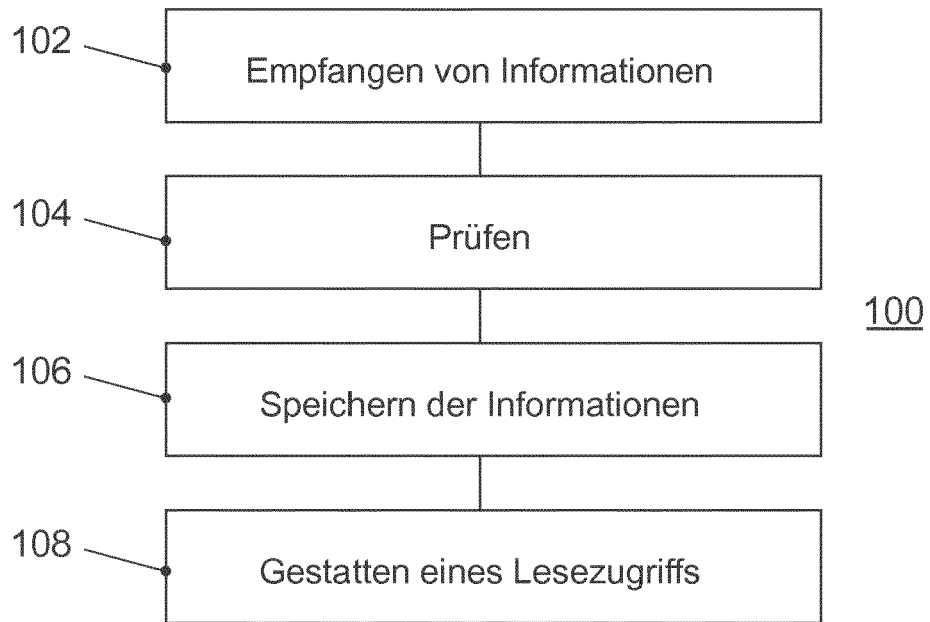


FIG. 1

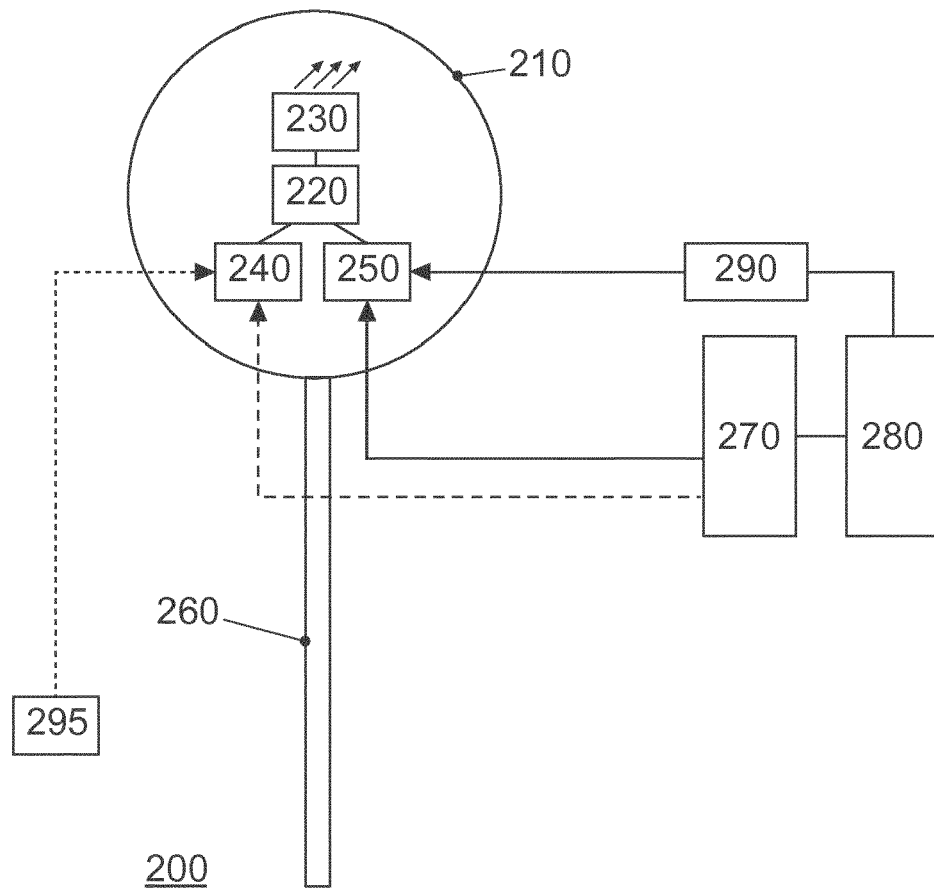


FIG. 2

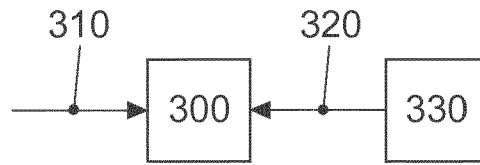


FIG. 3

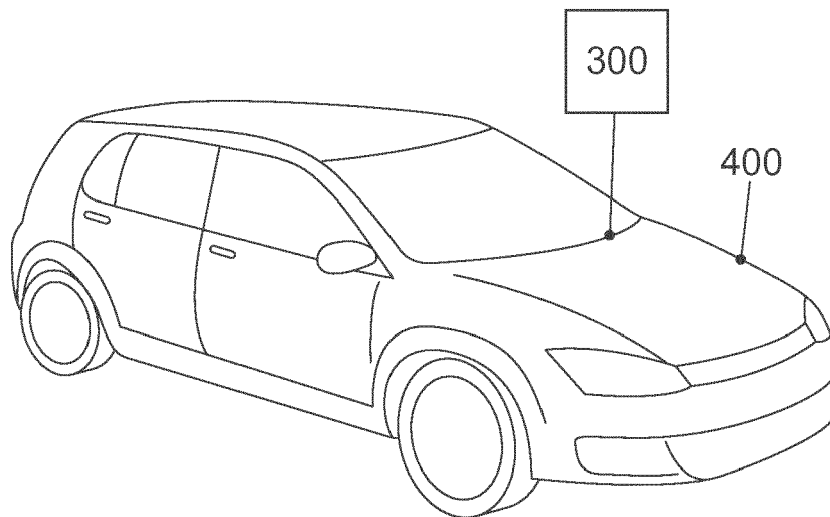


FIG. 4

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 2469230 A1 **[0003]**
- DE 102016208621 A1 **[0005]**
- EP 0521486 A1 **[0006]**
- WO 2017190794 A1 **[0007]**
- WO 2017180382 A1 **[0008]**